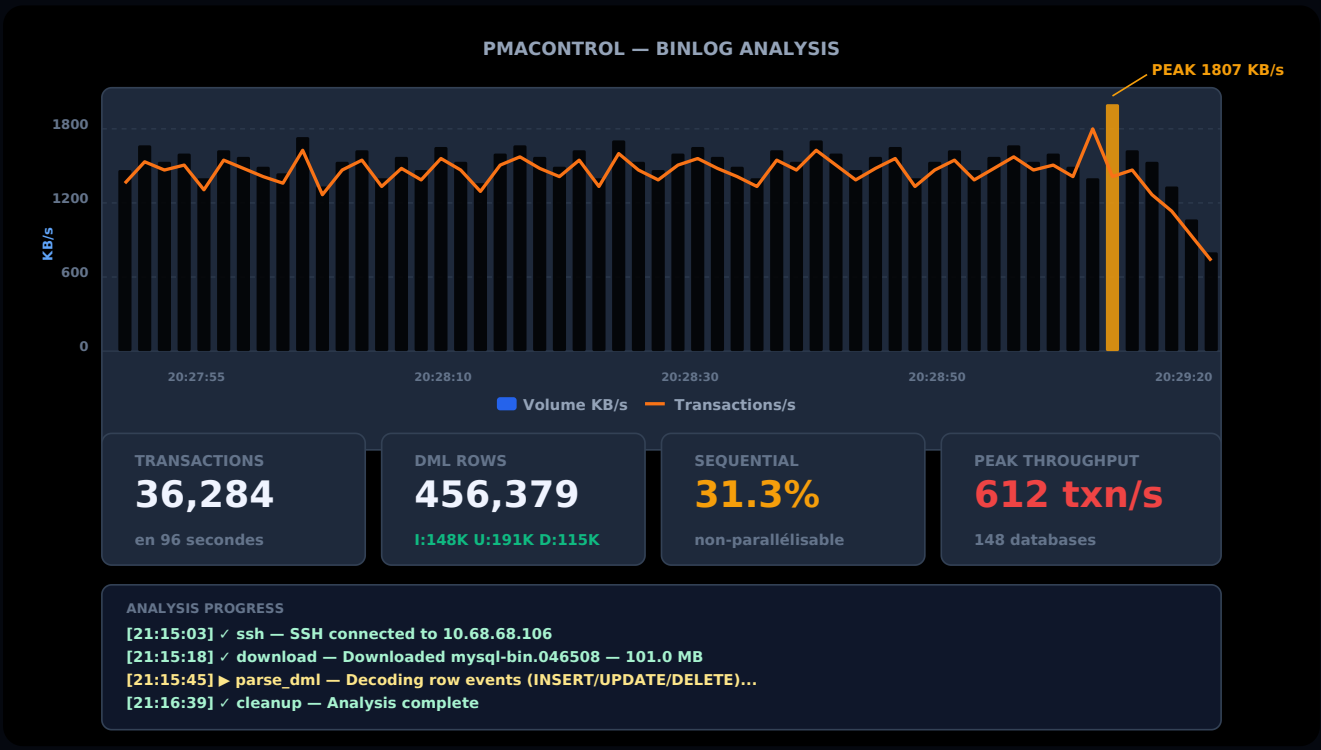
# Analiza binlogów w celu zrozumienia opóźnień replikacji

**Aurélien LEQUOY** · April 13, 2026

PMACONTROL BINLOG REPLICATION MYSQL MARIADB PERCONA-SERVER PERFORMANCE LAG MYSQLBINLOG




## Opóźnienie replikacji — cicha plaga

Każdy DBA przeżył ten moment: monitoring pokazuje 300 sekund opóźnienia na replice, alerty sypią się jeden za drugim, a pytanie jest zawsze to samo — **dlaczego?**

`Seconds_Behind_Master` (lub `Seconds_Behind_Source` w MySQL 8) to wskaźnik binarny: jest opóźnienie albo nie ma. Nie mówi nic o **przyczynie**. Czy to masowy batch DELETE? Brak paralelizmu? Transakcja 800 KB blokująca wątek SQL? Żeby się dowiedzieć, trzeba zdekompilować binlogi mastera — co wymaga dostępu SSH, odpowiedniego pliku binarnego `mysqlbinlog`, czasu i grepa.

PmaControl automatyzuje teraz to wszystko.

## Nowa funkcja: Binlog Analysis

### Zasada działania

Z poziomu strony **slave/show** dowolnej repliki możesz teraz:

1. **Wybrać zakres czasowy** bezpośrednio na wykresie opóźnień (kliknięcie i przeciągnięcie myszą) lub przez pola datetime
2. **Uruchomić analizę** jednym kliknięciem — wszystko dzieje się w tle
3. **Śledzić postęp w czasie rzeczywistym** krok po kroku
4. **Przeglądać raport** z interaktywnym wykresem i szczegółowymi metrykami
5. **Otrzymać powiadomienie Telegram** z podsumowaniem

### Co dzieje się za kulisami

Gdy uruchamiasz analizę, PmaControl wykonuje pipeline w 15 fazach:

```
[21:15:02] ✓ init — Analysis #42 — slave=85 master=106 range=[20:27:51 → 20:29:27]
[21:15:02] ✓ master_info — Master: prod-db-01 — 10.68.68.106:3306
[21:15:02] ✓ version — Version: 8.0.44
[21:15:02] ✓ binary — Using: mysqlbinlog-8.0 — Ver 8.0.42
[21:15:03] ✓ credentials — MySQL user: pmacontrol@10.68.68.106:3306
[21:15:04] ✓ find_binlogs — Found 1 binlog file(s): mysql-bin.046508
[21:15:18] ✓ fetch — Fetched mysql-bin.046508 — 101.0 MB (via --read-from-remote-server,
cached)
[21:15:19] ✓ file_ranges — 1 file(s) probed
[21:15:45] ✓ parse_gtid — Parsed 36284 transactions, total 97.2 MB, 123 >100KB, 3 >500KB
[21:16:12] ✓ parse_dml — I:148,659 U:191,867 D:115,853 = 456,379 rows across 148 databases
[21:16:38] ✓ parse_volume — 97 seconds of data, peak 612 txn/s, peak 1807 KB/s
[21:16:39] ✓ parse_ddl — No DDL — 100% DML row-based
[21:16:39] ✓ metadata — 1 metadata file(s) written
[21:16:39] ✓ store — Report stored successfully
[21:16:39] ✓ cleanup — Cleanup done — analysis complete
```

Każdy etap jest widoczny w czasie rzeczywistym w interfejsie, ze szczegółami tego, co się dzieje. Nie trzeba już zgadywać, czy transfer jest w trakcie, czy parsowanie się zacięło. Uwaga: pobieranie używa protokołu MySQL (`--read-from-remote-server`), nie SSH — żadnego klucza do wdrażania na masterze.

### Właściwy plik binarny dla właściwej wersji

Jedna z klasycznych pułapek: użycie `mysqlbinlog` MariaDB do odczytu binlogu MySQL 8 lub odwrotnie. Zdarzenia są oznaczane jako "Ignorable", a dane row-based stają się nieczytelne.

PmaControl zawiera **8 statycznych plików binarnych mysqlbinlog** (x86_64 i aarch64):

| Plik binarny | Obsługiwane wersje |
|---|---|
| `mysqlbinlog-5.6` | MySQL 5.5, 5.6, Percona 5.6 |
| `mysqlbinlog-5.7` | MySQL 5.7, Percona 5.7 |
| `mysqlbinlog-8.0` | MySQL 8.0 |
| `mysqlbinlog-8.4` | MySQL 8.4 LTS |
| `mysqlbinlog-9.7` | MySQL 9.7 LTS |
| `mysqlbinlog-mariadb` | MariaDB 10.x, 11.x, 12.x (ogólny fallback) |

Wybór jest automatyczny: PmaControl odczytuje zmienną `version` mastera ze swoich metryk i wybiera najbliższy kompatybilny plik binarny (zob. `MysqlbinlogBinaryResolver`). Dla MySQL Oracle strategia polega na wyborze **najniższej wersji ≥ wersji mastera** (kompatybilność w przód jest pewniejsza niż wstecz). Dla MariaDB resolver obsługuje również bardziej szczegółowe binaria nazwane `mysqlbinlog-mariadb-10.11`, `mysqlbinlog-mariadb-11.8` itd. — wdrażane na żądanie, gdy host eksponuje format binlogu specyficzny dla swojej wersji minor.

## Raport analizy

### Wykres wolumenu sekundę po sekundzie

Główny wykres wyświetla dwie nałożone serie:

- **Niebieskie słupki**: wolumen w KB/s (suma `transaction_length` na sekundę)
- **Pomarańczowa linia**: liczba transakcji na sekundę

To pierwszy odruch DBA: czy opóźnienie pochodzi od punktowego piku, czy od utrzymywanego przepływu? Wykres odpowiada natychmiast.

### Metryki paralelizmu MTS

Tu analiza staje się naprawdę przydatna. PmaControl parsuje pola `last_committed` i `sequence_number` każdego zdarzenia GTID, by obliczyć:

- **% transakcji sekwencyjnych** — te, gdzie `sequence_number = last_committed + 1`, których Multi-Threaded Slave nie może zrównoleglić
- **Maksymalny rozmiar grup paralelizmu** — ile transakcji może rzeczywiście wykonywać się równolegle
- **Rozkład grup** — ile grup po 1, 2, 3... transakcje

Konkretny przykład: jeśli 31% transakcji jest sekwencyjnych, a maksimum paralelizmu wynosi 7, to nawet przy 16 `replica_parallel_workers` większość będzie bezczynna. Rekomendacja jest jasna: włączyć `binlog_transaction_dependency_tracking = WRITESET` na masterze.

## Wykrywanie dużych transakcji

Duże transakcje to zabójca replikacji nr 1. Pojedyncza transakcja 834 KB dotykająca 6171 wierszy blokuje wątek SQL applier na cały czas trwania — inne transakcje czekają za nią.

PmaControl liczy:

- Transakcje > 100 KB
- Transakcje > 500 KB
- Największą transakcję (z jej zawartością: które tabele, ile wierszy)

## Top tabele

Raport wymienia 30 najczęściej modyfikowanych tabel ze szczegółami INSERT/UPDATE/DELETE. To często tutaj znajduje się toksyczny wzorzec: batche wykonujące `DELETE FROM table WHERE ...; INSERT INTO table ...` do "odświeżania" danych zamiast używania `INSERT ... ON DUPLICATE KEY UPDATE` lub mniejszych transakcji.

## Automatyczne rekomendacje

Na podstawie metryk PmaControl generuje konkretne rekomendacje:

- "Sequential transaction ratio is 31.3%. Consider `binlog_transaction_dependency_tracking = WRITESET`."
- "3 transaction(s) > 500 KB. Large transactions block the SQL applier thread."
- "148 databases modified. Multi-tenant pattern may cause replication hot-spots."

To nie są ogólne rady — są obliczane na podstawie rzeczywistych danych z twoich binlogów.

## Powiadomienie Telegram

Gdy analiza jest zakończona, podsumowanie jest automatycznie wysyłane przez Telegram:

```
Binlog Analysis Complete
Slave: replica-prod-01
Master: master-prod-01 (8.0.44)
Range: 2026-04-13 20:27:51 → 2026-04-13 20:29:27
━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━
Size: 101.0 MB | Txn: 36,284 | Duration: 96s
DML: I:148,659 U:191,867 D:115,853 = 456,379 rows
Peak: 612 txn/s | Avg: 378.0 txn/s
Sequential: 31.3% | Max parallel: 7
Large txn: 123 >100K, 3 >500K (max 815 KB)
Databases: 148
━━━━━━━━━━━━━━━━━━━━
• High write throughput (peak 612 txn/s). Ensure replica_parallel_workers >= 8.
• Sequential transaction ratio is 31.3%. Consider WRITESET.
• 3 transaction(s) > 500 KB. Large transactions block the SQL applier thread.
```

DBA dyżurny ma wszystko, czego potrzebuje do działania, bezpośrednio w kieszeni.

## Architektura techniczna

### Pobieranie binlogów: jak wątek IO

PmaControl nie używa SSH do pobierania binlogów. Używa `mysqlbinlog --read-from-remote-server`, który łączy się z masterem przez protokół MySQL, dokładnie jak wątek IO repliki. Dane uwierzytelniające MySQL PmaControl wystarczają — nie potrzeba klucza SSH na masterze.

```
mysqlbinlog --read-from-remote-server \
  --host=10.105.1.11 --port=3306 \
  --user=pmacontrol --password=*** \
  --raw --result-file=/tmp/analysis/ \
  mysql-bin.1054495
```

Oznacza to, że jeśli PmaControl może połączyć się z MySQL mastera (co już robi do monitoringu), może pobrać binlogi. Żadna dodatkowa konfiguracja.

## Inteligentne odkrywanie plików binlog

Master produkcyjny może mieć **tysiące** plików binlog (napotkaliśmy 2712 plików podczas rozwoju). Skanowanie każdego pliku w poszukiwaniu zakresu czasowego byłoby zbyt kosztowne.

Strategia w 2 etapach:

1. **Zakotwiczenie przez pozycję slave'a** — odczytujemy `Master_Log_File` z `SHOW SLAVE STATUS`, by poznać bieżący binlog. Odczytujemy też `SHOW MASTER STATUS` na masterze, by uwzględnić opóźnienie. Daje to wąskie okno zamiast skanowania wszystkich 2712 plików.
2. **Wyszukiwanie binarne** — w tym oknie badamy pierwszy znacznik czasu każdego pliku przez `mysqlbinlog --stop-position=8192` (odczytuje tylko nagłówek FORMAT_DESCRIPTION + pierwsze zdarzenie). Z wyszukiwaniem binarnym znalezienie właściwego pliku wśród 100 kandydatów wymaga tylko 7 prób zamiast 100.

Rezultat: odkrywanie binlogów na masterze z 2712 plikami trwa **2 sekundy** zamiast kilku minut.

## Persystentny cache + sidecar JSON dla AI

Pobrane binlogi są przechowywane w `data/binlog_analysis/<id_mastera>/` z **TTL 30 dni**. Bezpośrednia konsekwencja: ponowna analiza tego samego zakresu czasowego (lub przyległego zakresu trafiającego w te same pliki) jest darmowa pod względem sieci i czasu — natychmiast widzisz `Cache hit: mysql-bin.046508`.

Dla każdego buforowanego binlogu PmaControl zapisuje też sidecar `mysql-bin.046508.meta.json` zawierający ustrukturyzowane podsumowanie: łączna liczba transakcji, paralelizm MTS, top tabele DML, DDL, szczyt txn/s. Ten JSON jest zaprojektowany do konsumowania przez agenta LLM (zob. stronę Agenty AI serwisu), który musi rozumować o incydencie bez ponownego parsowania binlogów.

## 8 statycznych plików binarnych i dlaczego

PmaControl zawiera wstępnie skompilowane pliki binarne `mysqlbinlog` dla każdej głównej wersji. Ten wybór wynika z technicznego spostrzeżenia: **niekompatybilny `mysqlbinlog` nie produkuje błędu — produkuje cicho fałszywe wyniki**.

Doświadczony przykład: `mysqlbinlog` MariaDB odczytujący binlog MySQL 8.0 oznacza zdarzenia row-based jako "Ignorable" i je pomija. Liczba transakcji spada z 36284 do 0. Żaden błąd nie jest wyświetlany.

### Bug mysqlbinlog 5.6/5.7: `--raw` ignoruje `--stop-datetime`

Pułapka odkryta podczas rozwoju: w trybie `--raw --read-from-remote-server` wersje 5.6 i 5.7 `mysqlbinlog` **cicho ignorują** opcje `--start-datetime` i `--stop-datetime`. Zamiast zatrzymać się na żądanej dacie, proces zachowuje się jak wątek IO i **czeka w nieskończoność** na nowe zdarzenia.

Rozwiązanie w PmaControl: używanie `--raw` bez filtra czasowego (pobiera cały plik, potem się zatrzymuje) i stosowanie filtrowania po zakresie czasowym tylko podczas lokalnego parsowania. Timeout 120 sekund na plik jest dodany dla bezpieczeństwa.

### Asynchroniczny pipeline z postępem w czasie rzeczywistym

Analiza działa w tle przez CLI Glial ( `php App/Webroot/index.php slave runBinlogAnalysisCli <id>` ). Frontend odpytuje status co 2 sekundy i wyświetla postęp w stylizowanym terminalu. Pole `progress` w JSON przechowuje każdy etap ze znacznikiem czasu, fazą, komunikatem i statusem — 15 faz od inicjalizacji do czyszczenia.

### Przechowywanie wyników

Wszystko jest persystowane w tabeli `binlog_analysis`:

- Wolumen na sekundę (JSON)
- Top tabele (JSON)
- Rozkład paralelizmu (JSON)
- Rekomendacje (JSON)

Wyniki są dostępne w każdej chwili z historii analiz.

## Przypadki użycia

### "Opóźnienie repliki o 3 rano"

Monitoring pokazuje pik opóźnienia o 3:00. Rano DBA wybiera zakres 02:55-03:10 na wykresie i uruchamia analizę. Wynik: batch odświeżania `port_flux` wykonujący DELETE + INSERT 15000 wierszy w jednej transakcji na 148 bazach. Rozwiązanie: podzielić na transakcje po 500 wierszy.

### "Dlaczego replika nie nadrabia?"

Opóźnienie rośnie stopniowo mimo 8 parallel workers. Analiza pokazuje 35% transakcji sekwencyjnych i maksimum paralelizmu 5. Rozwiązanie: włączyć WRITESET na masterze i przejść na 16 workerów.

### "Jaki jest wpływ tego batcha?"

Przed uruchomieniem batcha migracji na produkcji można przeanalizować podobny binlog ze środowiska staging, by oszacować wpływ na replikację.

## Jak tego używać

1. Otwórz PmaControl → Slave → Show na swojej replice
2. Kliknij i przeciągnij na wykresie opóźnień, by wybrać zakres
3. Kliknij "Analyze Binlogs"
4. Obserwuj etapy pojawiające się w czasie rzeczywistym
5. Przeglądaj raport, sprawdź rekomendacje
6. Odbierz podsumowanie na Telegram

To wszystko. Bez ręcznego SSH, bez `mysqlbinlog | grep | awk | sort`, bez skryptów do utrzymywania. Diagnoza opóźnień replikacji jednym kliknięciem.